

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-229147

(43)公開日 平成10年(1998) 8月25日

(51)Int.Cl.⁶

H 0 1 L 23/32

識別記号

F I

H 0 1 L 23/32

D

審査請求 未請求 請求項の数20 O L 外国語出願 (全 28 頁)

(21)出願番号 特願平10-31910

(22)出願日 平成10年(1998) 1月5日

(31)優先権主張番号 0 3 4 4 7 4

(32)優先日 1997年1月2日

(33)優先権主張国 米国 (U S)

(71)出願人 590000879

テキサス インスツルメンツ インコーポ
レイテッド

アメリカ合衆国テキサス州ダラス, ノース
セントラルエクスプレスウェイ 13500

(72)発明者 ダービン アール. エドワーズ

アメリカ合衆国テキサス州ガーランド, グ
レン ビスタ ドライブ 5301

(72)発明者 マイケル エイ. ラムソン

アメリカ合衆国テキサス州ウエストミニ
スター, チャーチ ストリート 1207

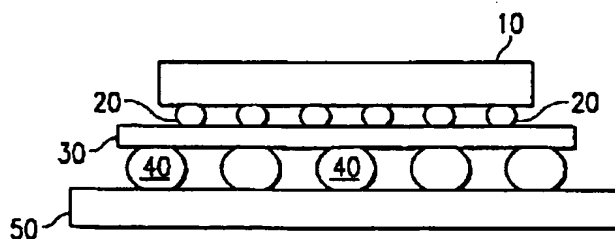
(74)代理人 弁理士 浅村 皓 (外3名)

(54)【発明の名称】 集積回路チップ・パッケージ用カンチレバー・ボール接続

(57)【要約】

【課題】 ボール・コネクタに対する応力を和らげる。

【解決手段】 電子デバイスが、集積回路チップ、挿入部材及び印刷回路基板を含む。第1ボール・コネクタが挿入部材を印刷回路基板に接続するために使用される。挿入部材は第2ボール・コネクタ又はワイヤ・ボンドによって集積回路チップに接続され得る。第1ボール・コネクタは挿入部材に形成されたカンチレバー構造上に配置される。カンチレバーは挿入部材にチャンネルを作ることによって形成される。カンチレバーは集積回路チップの印刷回路基板に比較した熱膨張間の差によって生じる応力を吸収する。カンチレバーは、ボール・コネクタが挿入部材によって画定される平面内を動くことを可能にすることによってボール・コネクタの応力を減らす。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 集積回路チップと、
集積回路チップに電氣的に接続され、そこに形成された
カンチレバーを有する挿入部材と、
カンチレバーに配置された第1ボール・コネクタと、
挿入部材に電氣的に接続された印刷回路基板であって、
第1ボール・コネクタが印刷回路基板と集積回路チップ
との間に配置される印刷回路基板を含む電子デバイス。

【請求項2】 挿入部材は印刷回路基板に第1ボール・
コネクタによって電氣的に接続され、第1ボール・コネ
クタは挿入部材と印刷回路基板との間に配置された請求
項1記載の電子デバイス。

【請求項3】 挿入部材は平面を画定し、第1ボール・
コネクタは平面内で可動な請求項1記載の電子デバイ
ス。

【請求項4】 カンチレバーは挿入部材に形成されるチ
ャネルによって画定される請求項1記載の電子デバイ
ス。

【請求項5】 チャネルは挿入部材の厚みの中を完全
に貫通して延びる請求項4記載の電子デバイス。

【請求項6】 チャネルは挿入部材の厚みの中を部分
的にだけ通って延びる請求項4記載の電子デバイス。

【請求項7】 チャネルは第1ボール・コネクタを部
分的に囲む弓形部を含み、第1及び第2のスロット部は
それぞれ弓形部の第1及び第2端から延びる請求項4記
載の電子デバイス。

【請求項8】 チャネルの弓形部は第1ボール・コネ
クタの回りを少なくとも180°延びている請求項7記
載の電子デバイス。

【請求項9】 チャネルの弓形部は第1ボール・コネ
クタの回りを少なくとも270°延びている請求項7記
載の電子デバイス。

【請求項10】 カンチレバーは先端部とアーム部を含
み、第1ボール・コネクタは先端部に接続されている請
求項1記載の電子デバイス。

【請求項11】 挿入部材は第1ボール・コネクタによ
って印刷回路基板に接続され、アーム部は印刷回路基板
の熱膨張と集積回路チップの熱膨張の間の差に応答する
第1ボール・コネクタの動きによって生じる応力を吸収
するよう適合される請求項10記載の電子デバイス。

【請求項12】 チャネルは開始部と終了部を有し、
開始部と終了部の間のライン・セグメントは第1ボール
・コネクタの平面境界を越えたところに位置する請求項
1記載の電子デバイス。

【請求項13】 挿入部材は第1ボール・コネクタによ
って印刷回路基板に電氣的に接続され、挿入部材は第2
ボール・コネクタによって集積回路チップに電氣的に接
続される請求項1記載の電子デバイス。

【請求項14】 挿入部材は第1ボール・コネクタによ
って印刷回路基板に電氣的に接続され、挿入部材はワイ

ヤ・ボンドによって集積回路チップに電氣的に接続され
る請求項1記載の電子デバイス。

【請求項15】 ボール・コネクタによって印刷回路基
板に電氣的接続するために適合された挿入部材であつ
て、そこでボール・コネクタを受けるために形成された
カンチレバーを有する基板を含む挿入部材。

【請求項16】 カンチレバーは基板に形成されたチャ
ンネルによって画定される請求項15記載の挿入部材。

【請求項17】 チャネルはカンチレバーの先端部を
10 画定する弓形部を含み、先端部はそこでボール・コネ
クタを受けるために適合され、チャネルは更に弓形部の
第1及び第2の端からそれぞれ延びる第1及び第2のス
ロット部を含む請求項15記載の挿入部材。

【請求項18】 挿入部材を提供し、
挿入部材にカンチレバーを形成し、
印刷回路基板を提供し、
ボール・コネクタをカンチレバーに結合し、
ボール・コネクタを印刷回路基板に結合するステップを
含む電子デバイスを製造する方法。

20 【請求項19】 集積回路チップを提供するステップ
と、集積回路チップを挿入部材に電氣的に接続するステ
ップを更に含む請求項18記載の方法。

【請求項20】 カンチレバーを形成するステップは挿
入部材にチャネルを形成することを含む請求項18記
載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は全般的に、挿入部材
を使用する集積回路チップ・パッケージ及び印刷回路基
板へのそれらの接続に関する。更に詳細には、本発明は
集積回路チップ・パッケージ用カンチレバー・ボール接
続に関する。

【0002】

【従来の技術及びその課題】集積回路チップ・パッケ
ージは通常印刷回路基板に接続され、全電子的機能を達成
する。集積回路チップ・パッケージと印刷回路基板との
間の接続は、集積回路チップの回路から印刷回路基板上
の回路即ち他の部品への電氣的導通を典型的に考慮す
る。集積回路チップ・パッケージと印刷回路基板との間
40 の接続をつくる一つの方法は、フリップ・チップ又はエ
リア・アレイ・パッケージングとして知られている、一
つ又はそれより多い、はんだボールのようなボール・コ
ネクタを使用することである。

【0003】はんだボール接続での一つの問題は、集積
回路チップ・パッケージの熱膨張の係数と印刷回路基板
のそれとの差から生じる。ある集積回路チップ・パッケ
ージの熱膨張の係数は、例えば約3ppm/℃のオーダ
の熱膨張の係数を有し得るシリコンの熱特性によって主
として支配される。印刷回路基板の熱膨張の係数は、主
50 として、印刷回路基板に含まれる銅の量の関数である。

3

回路基板は、例えば約 $17 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ のオーダの熱膨張の係数を有し得る。それ故、この例の集積回路チップ・パッケージと印刷回路基板との間の熱膨張の差は約 $14 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ である。典型的に、熱膨張の差は 10 から $15 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ の範囲内である。

【0004】熱膨張のこの差は、集積回路チップ・パッケージと印刷回路基板との間の接続を形成するはんだボール・コネクタに比較的大きな応力 (stress) を生じる。典型的な印刷回路基板及び集積回路チップ・パッケージの組合せの寿命の終るまで、熱膨張及び収縮ははんだボール接続へのダメージを生じる。熱膨張又は収縮は多くの数の要素によって生じ得、それは集積回路チップ・パッケージのチップ内の又は印刷回路基板の電気の流れによって発生される熱、通常の加熱及び冷却のような環境要素、又は、印刷回路基板を組入れている特定電子デバイスの動作中のパワー・オン及びパワー・オフのサイクル上での加熱及び冷却サイクルへ印刷回路基板装置をさらすことを含む。

【0005】ある型のフリップ・フロップ装置において、はんだボール・コネクタの第1の組が集積回路チップ表面に提供される。この第1の組のボール・コネクタが集積回路チップを、集積回路チップと印刷回路基板との間の中間層である挿入部材に接続するために使用される。第1の組のボール・コネクタは、例えばC4型はんだボールで構成し得る。挿入部材は第2の組のボール・コネクタによって印刷回路基板に接続される。これらは、例えばC5型はんだボールで構成し得る。ある型のエリア・アレイ・パッケージにおいて、集積回路チップは挿入部材へワイヤ・ボンドされる。ボール・コネクタの組が挿入部材を印刷回路基板へ接続するために使用される。これらのボール接続は上述した熱膨張特性のため応力を被る。これはボール接続に対しダメージ又は疲労を生じ得る。

【0006】ボール接続の範囲内で応力を和らげる一つの方法はシステム・レベル印刷回路基板と集積回路チップとの間にバッファ材を提供することである。例えば、シリコンのような低係数バッファ層が挿入部材とシステム・レベル印刷回路基板との間に提供され得る。熱膨張の差によって生じる応力はシリコンにより部分的に吸収される。しかしながら、これは挿入部材を集積回路チップに接続するはんだボールに高応力を起こす。当業者は、集積回路チップ、挿入部材及び印刷回路基板間の先行はんだボール接続に他の課題が存在することを認識するであろう。

【0007】

【課題を達成するための手段及び作用】それ故、先行のボールに関連したそれらの課題を解決することが本発明の目的である。

【0008】本発明の他の目的は、集積回路チップ、挿入部材及び印刷回路基板のいずれか2つを接続するため

4

に使用されるボール・コネクタによって被られる応力を和らげる接続構成を提供することである。

【0009】本発明の他の目的は、集積回路チップ・パッケージ及び印刷回路基板間の熱膨張の差のための接続上の応力を減少する集積回路チップ・パッケージ及び印刷回路基板間の接続を提供することである。

【0010】本発明の他の目的は、フリップ・チップ及びワイヤ・ボンド装置を含まない型の集積回路チップ・パッケージ/印刷回路基板組合せのための応力緩和ボール接続を提供することである。

【0011】本発明のこれら及び他の目的に合致するため、並びに、本発明の第1実施例に従って、集積回路チップ及び集積回路チップに電気的に接続される挿入部材を含む電子デバイスが提供される。挿入部材はそこに形成されたカンチレバーを有し、第1のボール・コネクタがカンチレバー上に配置される。印刷回路基板は挿入部材に電気的に接続される。第1のボール・コネクタは印刷回路基板と集積回路チップ・パッケージとの間に配置される。第1ボール・コネクタははんだボールであり得る。

【0012】カンチレバー第1ボール・コネクタは、挿入部材と集積回路チップを又は挿入部材と印刷回路基板を接続するために使用され得る。もしその後の接続が第1ボール・コネクタによって成されるならば、挿入部材は第2ボール・コネクタか又はワイヤ・ボンドかによって集積回路チップ・パッケージに接続され得る。

【0013】種々の特徴に従って、挿入部材は第1のボール・コネクタが動き得る平面を画定する。カンチレバーは挿入部材に形成されるチャンネルによって画定され得る。チャンネルはその端から延びるスロット部を有する弓形部を含む種々の構成を有することができる。チャンネルは挿入部材に部分的に又は挿入部材を貫通してずっと延びることができる。

【0014】発明の他の態様に従って、ボール・コネクタによる印刷回路基板への電気的接続に適合する挿入部材が提供される。挿入部材はそこに形成されたカンチレバーを有する。カンチレバーは挿入部材に形成されるチャンネルによって定められ得る。チャンネルはカンチレバーの先端部を定める弓形部を含み得る。先端部はそこでボール・コネクタを受けるために適合され得る。チャンネルは又、それぞれ弓形部の第1及び第2端から延びる第1及び第2のスロット部を含み得る。

【0015】本発明の他の実施例に従って、電子デバイスの製造方法が提供される。まず挿入部材が提供される。第2に、カンチレバーが挿入部材に形成される。第3に、印刷回路基板が提供される。第4に、ボール・コネクタがカンチレバーに結合される。第5に、ボール・コネクタが印刷回路基板に結合される。

【0016】本発明の他の態様、特徴及び利点は添付図面に関しての詳細な説明を参照することにより当業者に

よって理解されよう。

【0017】

【実施例】集積回路チップ・パッケージと印刷回路基板との間のボール接続は、集積回路チップ・パッケージの熱膨張の係数と印刷回路基板のそれとの差によって生じる応力を受ける。概して、本発明は、挿入部材と集積回路チップか印刷回路基板かのいずれか又は双方の間に少なくとも1つのカンチレバー・ボール・コネクタを有する集積回路チップ・パッケージ及び印刷回路基板間の接続を提供することを企図する。好ましくは、第1の組のボール・コネクタが挿入部材と印刷回路基板との間に提供され、第2の組のボール・コネクタが挿入部材と集積回路チップとの間に提供される。少なくとも1つのボール・コネクタが挿入部材に関してカンチレバーされる。好ましくは、1組のボール・コネクタがカンチレバーされる。

【0018】図1により詳細に示されるように、挿入部材30は、例えばはんだボールであり得る第1のボール・コネクタ40の配列(arrangement)によって印刷回路基板50に接続される。集積回路チップ10は、例えばはんだボールであり得る第2のボール・コネクタ20の配列によって挿入部材30に接続される。集積回路チップ10は、フリップ・チップ又はワイヤ・ボンド・チップのような既知のチップを含むいずれの型の集積回路チップであり得る。好ましくは、チップは、ボール・コネクタの使用による印刷回路基板への又は挿入部材への接続のために適合される。集積回路チップ10を挿入部材30に接続する第2のボール・コネクタ20は、例えば集積回路チップのボンド・パッド(図示せず)に配置され得る。

【0019】印刷回路基板50は、はんだボール接続の方法によって集積回路チップ・パッケージを単独で又は挿入部材との組合せで受けるために適合されるいずれの適切な印刷回路基板であり得る。第1のボール・コネクタ40は印刷回路基板50のはんだ領域(図示せず)に配置され得る。

【0020】ボール接続自体は、集積回路チップと挿入部材との、集積回路チップ・パッケージと印刷回路基板との、又は挿入部材と印刷回路基板との間に接続をつくるためのいずれの適切な型のボール・コネクタであり得る。例えば、第2のボール・コネクタ20ははんだボールであり得るし、第1のボール・コネクタ40ははんだボールであり得る。しかしながら、本発明はいずれのボール又ははんだ列コネクタで使用され得る。

【0021】本発明の第1実施例に従うカンチレバー接続は、更に図2を参照することでよく理解されよう。便宜上、図2は1つの第2ボール・コネクタ20のみと1つの第1ボール・コネクタ40のみを示す。図示のように、第2ボール・コネクタ20は集積回路チップ・パッケージ10を挿入部材30の金属ストリップ31に接続

する。第1のボール・コネクタ40は同様に挿入部材30のバイヤ32によって金属ストリップ31に接続する。このようにして、第2ボール・コネクタ20、金属ストリップ31及び第1ボール・コネクタ40は集積回路チップ10と印刷回路基板50との間に電気的な道を形成するよう協同する。

【0022】図3及び図4は挿入部材30でカンチレバーされた第1のボール・コネクタ40を示す。図4は矢印4-4の方向の図3の上面図である。便宜上、集積回路チップ・パッケージと印刷回路基板は図示されていない。これらの図を更に参照すると、カンチレバー33が挿入部材30にチャンネル34を形成することによって作られる。第1ボール・コネクタ40の1つはカンチレバー33の先端部35に配置される。概して、ボール・コネクタが付けられるコンポーネント(例えば、集積回路チップ10又は印刷回路基板50)が熱的に膨張又は収縮するとき、ボール・コネクタが方向AAに自由に動くことを可能にするようにカンチレバー33は提供される。カンチレバー33の先端部35上にあるボール・コネクタは好ましくは第1ボール・コネクタ40であるが、カンチレバー構造は1つ又はそれより多い第2ボール・コネクタ20に適用し得る。

【0023】好ましくは、チャンネル34は完全に挿入部材30を貫いて延びる。しかしながら、影響を受ける層の熱係数の間の差のためのボール・コネクタの応力に対する救済が、挿入部材の厚みに部分的にのみ延びるチャンネルを有することにより達成され得る。好ましくは、チャンネル34は一对の実質的に垂直な側壁を含む。随意に、側壁はチャンネルが傾くように互いの方へ傾斜し得る。チャンネル34は弓形部36、及び弓形部36の端38から延びる一对のスロット部37を含む。好ましくは、スロット部37はボール・コネクタ40の周囲境界の向こうで延びる。スロット部37はカンチレバー33のアーム部39を画定する。ボール・コネクタ40は方向AAに動くことが自由であるから、ボール・コネクタ40によってある時吸収された応力が今アーム部39によって吸収される。それ故好ましくは、挿入部材30は、ボール・コネクタ40より強くそして疲労を受けない材料から形成される。

【0024】他のジオメトリがチャンネル34を形成するために使用され得ることに注意されたい。例えば、図5に示すように、弓形部36はそこからスロット部37が延びる半円形であり得る。他の代替において、溝は図6に示すように矩形又は正方形の先端を画定し得る。好ましくは、図5に示すように弓形部36がアーム部39から離れた軸AAの側に限定される場合のように、弓形部36はボール・コネクタ40の周囲に少なくとも180°延びる。弓形部36はボール・コネクタ40の周囲に全360°より少なく延びるべきであり、これは、ボール・コネクタ40を挿入部材31へ接続するためのア

ーム部39を有せなくなってしまうからである。それ故、ボール・コネクタ40の周囲の角度のある部分36の伸長度は180°と360°の間であるべきである。より好ましくは伸長度は220°と320°の間である。更により好ましくは伸長度は260°と290°の間であり、最も好ましくは伸長度は約270°のオーダである。好ましくは、図4で最もよく見られるように、弓形部36の端38間のライン・セグメント39は第1ボール・コネクタ40の平面区域の外に位置する。

【0025】その最も狭い位置でのチャンネル34の幅は、第1ボール・コネクタ40が軸AAに沿って動くことが予測される距離に少なくとも等しい。これは、挿入部材30、集積回路チップ10及び印刷回路基板50の熱膨張係数、並びに集積回路チップ・パッケージ/印刷回路基板装置が作動する環境条件を含む数個の要素に依存する。チャンネルの幅の一例は、0.001乃至0.003インチのオーダである。

【0026】チャンネル34はパンチング、エッチング又はレーザ・ドリリングを含むいずれの適切な技術によって形成され得る。チャンネル34は好ましくはレーザ・ドリリングによって形成される。この方法は小さなカンチレバーを形成することを可能にし、比較的費用がかからない。このプロセスに従って、レーザは挿入部材にチャンネル・パターンをドリル又はカットするよう使用される。

【0027】挿入部材30は好ましくは、集積回路チップ10と印刷回路基板50の間にボール接続をつくるため適切な中間層を形成し得る適切な材料から形成される。好ましくは、挿入部材30を形成するために使用される材料はポリイミド・テープのようなフィルムである。しかしながらサーマル・プラスチックのような他の材料が使用され得る。

【0028】本発明の第2の実施例に従って、上述のカンチレバー構造が図2に示すフリップ・チップ型装置以外の集積回路チップ・パッケージ/印刷回路基板装置で使用され得る。例えば図7に示すように、カンチレバーのアプローチはワイヤ・ボンド装置で使用され得る。集積回路チップ110は挿入部材130に粘着物160の手段によって粘着する。集積回路チップが挿入部材に付けられるとき、カンチレバー片が不注意に集積回路チップ・パッケージに粘着されないことが重要である。ポリイミド・テープ（例えばKapton（商標）テープ）の場合、これはカンチレバー片上を除いたあらゆる所に粘着物を選択的に付着することにより防ぐことができる。あるサーマル・プラスチック（例えばAurum（商標））の場合、金属加熱板が良好な粘着が必要とされるテープ領域に対してのみ圧力と温度を加えるために使用され得る。

【0029】集積回路チップ110は少なくとも1つのワイヤ・ボンド170によって挿入部材130にワイヤ

・ボンドされる。ワイヤ・ボンド170は集積回路チップ・パッケージ110のボンド・パッド（図示せず）を挿入部材130の金属ストリップ131と接続する。ボール・コネクタ140は挿入部材130に形成されたバイヤ132によって金属ストリップ131に接続される。ボール・コネクタ140は同様に印刷回路基板150に接続され、集積回路チップ110から印刷回路基板150への電気的な道を完成する。カンチレバー133はボール・コネクタ140の前後の動きを可能にするよう上述のように提供される。

【0030】本発明の第3の実施例に従って、方法が電子デバイスを製造するために提供される。集積回路チップが提供される。チップは、1つ又はそれより多いボール接続による挿入部材又は印刷回路基板への接続のために適合される既知又は不既知のいずれの型であり得る。挿入部材が提供される。印刷回路基板が提供される。カンチレバーが挿入部材に形成される。これは挿入部材にチャンネルを形成することによって成される。チャンネルは、レーザ・ドリリング、エッチング又はパンチングを含むがそれらには限定されないいずれの適切な方法によって形成され得る。第1ボール・コネクタはカンチレバーに及び印刷回路基板に結合される。挿入部材は第2ボール・コネクタ又はワイヤ・ボンドのいずれによって集積回路チップ・パッケージに接続される。いくつかの第1ボール接続が適切又は所望の装置において提供され得る。

【0031】本発明の別の態様に従って、アウトリガー・ボール（outrigger ball）がパッケージ/基板装置に組入れられ得、装置の熱性能及び安定性を保証する。アウトリガー・ボールはカンチレバーされず、それ故熱膨張サイクルで疲労ダメージを被る。しかしながら、アウトリガー・ボールは電氣的に能動でないから、電氣的な損失は上述したような熱膨張の差からの応力によるアウトリガー・ボールへのダメージからは生じない。

【0032】本発明及びその利点を詳細に記述したが、添付の特許請求の範囲によって定められる発明の精神及び範囲から逸脱することなしに、種々の変更、置換及び改造が成され得ることを理解すべきである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例に従う電子デバイスの図。

【図2】本発明の第1実施例に従う電子デバイスの一部断面図。

【図3】本発明の第1実施例に従う電子デバイスの等長図。

【図4】図3の矢印4の方向でみた図3の電子デバイスの上面図。

【図5】図4の電子デバイスの代わりの態様の図。

【図6】図4の電子デバイスの代わりの態様の図。

【図7】本発明の第2実施例に従う電子デバイスの図。

【符号の説明】

10

20

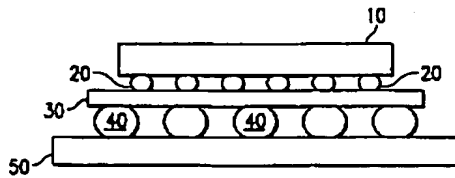
30

40

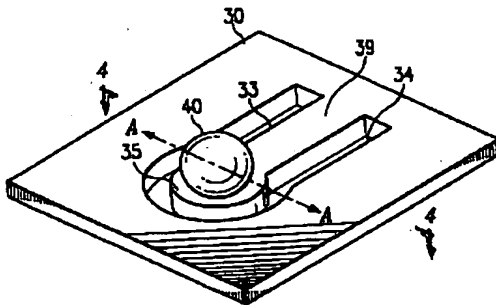
50

- 10 集積回路チップ
20 第2ボール・コネクタ
30 挿入部材

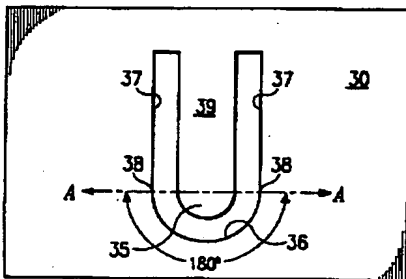
【図1】



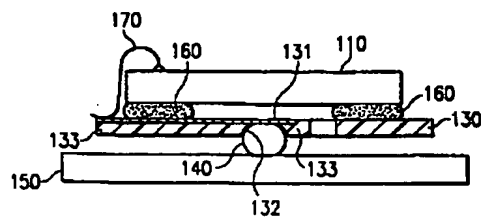
【図3】



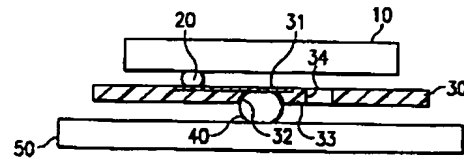
【図5】



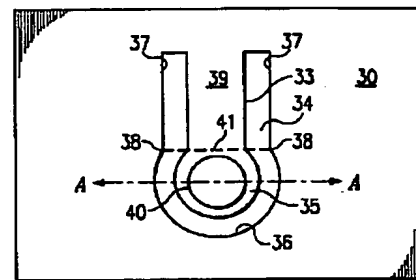
【図7】



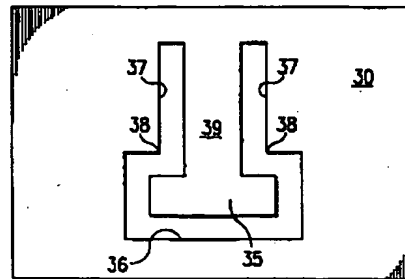
【図2】



【図4】



【図6】



- 33 カンチレバー
40 第1ボール・コネクタ
50 印刷回路基板

【外国語明細書】

CANTILEVERED BALL CONNECTION FOR
INTEGRATED CIRCUIT CHIP PACKAGE

TECHNICAL FIELD OF THE INVENTION

This invention generally relates to integrated circuit chip packages that use interposers and their connection to printed circuit boards. More particularly, the invention relates to a cantilevered ball connection for an integrated circuit chip package.

TI-22562 (032350.A348) -

PATENT

2

BACKGROUND OF THE INVENTION

Integrated circuit chip packages are commonly connected to printed circuit boards to achieve an overall electronic function. The connection between the integrated circuit chip package and the printed circuit board typically allows for the conduction of electricity from the circuitry of the integrated circuit chip to circuitry or other components on the printed circuit board. One method of making the connection between the integrated circuit chip package and the printed circuit board is to use one or more ball connectors, such as solder balls, in what is known as a flip-chip or an area array packaging.

One problem with solder ball connections arises from the difference between the coefficient of thermal expansion of the integrated circuit chip package and that of the printed circuit board. The coefficients of thermal expansion of certain integrated circuit chip packages are largely governed by the expansion characteristics of the silicon which may have, for example, a coefficient of thermal expansion on the order of about three ppm/°C. The coefficient of thermal expansion of the printed circuit board is largely a function the amount of copper incorporated into the printed circuit board. The circuit board may have, for example, a coefficient of thermal expansion on the order of about seventeen ppm/°C. Therefore, the difference in thermal expansion between the integrated circuit chip package and the printed circuit board of this example is about fourteen ppm/°C. Typically, the difference in thermal expansion is in the range of about ten to fifteen ppm/°C.

This difference in thermal expansion results in relatively large stresses on the solder ball connectors

TI-22562 (032350.A348)

PATENT

3

which form the connection between the integrated circuit chip package and the printed circuit board. Over the life of a typical printed circuit board and integrated circuit chip package combination, cycles of thermal expansion and contraction result in damage to the solder ball connections. Thermal expansion or contraction can be caused by any number of factors including heat generated by the flow of electricity within the chip of the integrated circuit chip package or on the printed circuit board, environmental factors such as normal heat and cooling, or exposure of a printed circuit board arrangement to heating and cooling cycles upon power-on and power-off cycles during operation of the particular electronic device incorporating the printed circuit board.

In one type of a flip-chip arrangement, a first set of solder ball connectors is provided on the integrated circuit chip surface. This first set of ball connectors is used to connect the integrated circuit chip to an interposer which is an intermediate layer between the integrated circuit chip and the printed circuit board. The first set of ball connectors may constitute, for example, C4-type solder balls. The interposer is connected to the printed circuit board by a second set of ball connectors. These may constitute, for example, C5-type solder balls. In one type of an area array package, the integrated circuit chip is wire bonded to the interposer. A set of ball connectors is used to connect the interposer to the printed circuit board. These ball connections suffer stresses due to the thermal expansion characteristics discussed above. This can cause damage or fatigue to the ball connections.

One method of relieving stresses within the ball connections is to provide a buffer material between the

TI-22562 (032350.A348) -

PATENT

4

system level printed circuit board and the integrated circuit chip. For example, a low modulus buffer layer, such as silicone, may be provided between the interposer and the system level printed circuit board. Stresses
5 caused by differences in thermal expansion are partially absorbed by the silicone. However, this gives rise to high stresses in the solder balls which connect the interposer to the integrated circuit chip. Those having
10 ordinary skill in the relevant art will recognize that other problems exist with prior solder ball connections between integrated circuit chips, interposers and printed circuit boards.

TI-22562 (032350.A348)

PATENT

5

SUMMARY OF THE INVENTION

It is an object of the present invention, therefore, to solve those problems associated with prior ball connections used in electronic devices.

5 It is another object of the present invention to provide a connection configuration which will relieve the stress suffered by a ball connector used to connect any two of an integrated circuit chip, an interposer and a printed circuit board.

10 It is another object of the present invention to provide a connection between an integrated circuit chip package and a printed circuit board which reduces stress on the connection due to differences in thermal expansion between the integrated circuit chip package and the printed circuit board.

15 It is another object of the present invention to provide a stress-relieving ball connection for any type of integrated circuit chip package/printed circuit board combination, including flip-chip and wire bonded arrangements.

20 To meet these and other objects of the present invention, and according to a first embodiment of the present invention, and according to a first embodiment, an electronic device is provided which includes an integrated circuit chip and an interposer electrically connected to the integrated circuit chip. The interposer has a cantilever formed therein and a first ball connector is disposed on the cantilever. A printed circuit board is electrically connected to the interposer. The first ball connector is disposed between the printed circuit board and the integrated circuit chip package. The first ball connector may be a solder ball.

30 The cantilevered first ball connector may be used to connect either the interposer and the integrated circuit

TI-22562 (032350.A348)

PATENT

6

chip or the interposer and the printed circuit board. If the latter connection is accomplished by the first ball connector, the interposer may be connected to the integrated circuit chip package by either a second ball
5 connector or a wire bond.

According to various features, the interposer defines a plane in which the first ball connector is movable. The cantilever may be defined by a channel formed in the interposer. The channel can have various
10 configurations including an arcuate portion having slot portions extending from ends thereof. The channel can extend partially into or all the way through the interposer.

According to another aspect of the invention, an
15 interposer is provided which is adapted for electrical connection to a printed circuit board by a ball connector. The interposer has a cantilever formed therein. The cantilever may be defined by a channel formed in the interposer. The channel may include an
20 arcuate portion defining a tip portion of the cantilever. The tip portion may be adapted for receiving the ball connector thereon. The channel may also include first and second slot portions extending from first and second ends of the arcuate portion, respectively.

According to another embodiment of the present invention, a method of manufacturing an electronic device is provided. First, an interposer is provided. Second, a cantilever is formed in the interposer. Third, a printed circuit board is provided. Fourth, a ball
25 connector is coupled to the cantilever. Fifth, the ball connector is coupled to the printed circuit board.
30

Other aspects, features and advantages of the present invention will be understood by those having ordinary skill in the relevant art by reference to the

TI-22562 (032350.A348)

PATENT

7

detailed description in connection with the accompanying
figures.

TI-22562 (032350.A348)

PATENT

8

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

For a more complete understanding of the present invention and for advantages thereof, reference is now made to the following description taken in conjunction with the accompanying drawings, wherein like reference numerals represent like parts, in which:

FIGURE 1 is an electronic device according to a first embodiment of the present invention;

FIGURE 2 is partial cross-sectional view of an electronic device according to the first embodiment of the present invention;

FIGURE 3 is an isometric view of an electronic device according to the first embodiment of the present invention;

FIGURE 4 is a top view of the electronic device of FIGURE 3 taken in the direction of arrows 4-4 in FIGURE 3;

FIGURE 5 is an alternative aspect of the electronic device of FIGURE 4;

FIGURE 6 is an alternative aspect of the electronic device of FIGURE 4; and

FIGURE 7 is an electronic device in accordance with a second embodiment of the present invention.

TI-22562 (032350.A348) -

PATENT

9

DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

Ball connections between integrated circuit chip packages and printed circuit boards are subject to stress caused by differences between the coefficients of thermal expansion of the integrated circuit chip package and of the printed circuit board. In general, the present invention contemplates providing a connection between the integrated circuit chip package and the printed circuit board with at least one cantilevered ball connector between the interposer and either or both of the integrated circuit chip and the printed circuit board. Preferably, a first set of ball connectors is provided between the interposer and the printed circuit board and a second set of ball connectors is provided between the interposer and the integrated circuit chip. At least one ball connector is cantilevered with the respect to the interposer. Preferably, a set of ball connectors is cantilevered.

As shown in greater detail in FIGURE 1, interposer 30 is connected to a printed circuit board 50 by an arrangement of first ball connectors 40, which may be, for example, solder balls. Integrated circuit chip 10 is connected to interposer 30 by an arrangement of second ball connectors 20, which may be, for example, solder balls. Integrated circuit chip 10 may be any type of integrated circuit chip, including known chips such as a flip-chip or wire bonded chips. Preferably, the chip is adapted for connection either to a printed circuit board or to an interposer by the use of ball connectors. The second ball connectors 20 which connect integrated circuit chip 10 to interposer 30 may be located, for example, at bond pads (not shown) on the integrated circuit chip.

TI-22562 (032350.A348) -

PATENT

10

Printed circuit board 50 may be any suitable printed circuit board which is adapted for receiving, by way of solder ball connections, an integrated circuit chip package either alone or in combination with an interposer. The first ball connectors 40 may be located at solder lands (not shown) on printed circuit board 50.

The ball connectors themselves may be any suitable type of ball connector for making connections between integrated circuit chips and interposers, integrated circuit chip packages and printed circuit boards, or interposers and printed circuit boards. For example, second ball connectors 20 may be solder balls and first ball connectors 40 may be solder balls. However, the present invention may be used with any ball or solder column connectors.

A cantilevered connection according to a first embodiment of the present invention will be best understood with further reference to FIGURE 2. For convenience, FIGURE 2 shows only one second ball connector 20 and only one first ball connector 40. As shown, second ball connector 20 connects integrated circuit chip package 10 to a metal strip 31 of an interposer 30. First ball connector 40 is also connected to metal strip 31 by way of a via 32 in interposer 30. Thus, second ball connector 20, metal strip 31, and first ball connector 40 cooperate to form an electrical pathway between integrated circuit chip 10 and printed circuit board 50.

FIGURES 3 and 4 show a first ball connector 40 cantilevered on interposer 30. FIGURE 4 is a top view of FIGURE 3 in the direction of arrows 4-4. For convenience, the integrated circuit chip package and printed circuit board are not shown. With further reference to these figures, a cantilever 33 is created by

TI-22562 (032350.A348) .

PATENT

11

forming channel 34 in interposer 30. One of the first ball connectors 40 is disposed on a tip portion 35 of cantilever 33. In general, cantilever 33 is provided to allow the ball connector to freely move in the direction AA when the component to which the ball connector is attached (e.g., integrated circuit chip 10 or printed circuit board 50) thermally expands or contracts. Although the ball connector resting on tip portion 35 of cantilever 33 is preferably one of the first ball connectors 40, the cantilever structure can be applied to one or more of second ball connectors 20.

Preferably, channel 34 extends fully through interposer 31. However, some relief for the stress in the ball connectors due to differences between thermal coefficients of the layers being affected can be achieved by having a channel which only partially extends into the thickness of the interposer. Preferably, channel 34 includes a pair of substantially vertical side walls. Optionally, the side walls may be slanted toward one another so that the channel is tapered. Channel 34 comprises arcuate portion 36 and a pair of slot portions 37 which extend from the ends 38 of arcuate portion 36. Preferably, slot portions 37 extend beyond a peripheral limit of ball connector 40. The slot portions 37 define arm portion 39 of cantilever 33. Because ball connector 40 is free to move in the direction AA, stresses which were once absorbed by ball connector 40 are now absorbed by arm portion 39. Preferably, therefore, interposer 30 is formed from a material that is stronger and less subject to fatigue than the ball connectors 40.

It should be noted that other geometries may be used to form channel 34. For instance, as shown in FIGURE 5, arcuate portion 36 may be a semicircle from which slot

TI-22562 (032350.A348)

PATENT

12

portions 37 extend. In another alternative, the groove may define a rectangular or square tip as shown in FIGURE 6. Preferably, arcuate portion 36 extends at least 180° around ball connector 40, as is the case if arcuate portion 36 is limited to the side of axis AA away from arm portion 39 as shown in FIGURE 5. Arcuate portion 36 should extend less than a full 360° around ball connector 40, since this would result in having no arm portion 39 to connect ball connector 40 to interposer 31. Therefore, the extension of angular portion 36 around ball connector 40 should be between 180° and 360°. More preferably, the extension is between 220° and 320°. Even more preferably, the extension is between 260° and 290° and most preferably the extension is on the order of about 270°. Preferably, as seen best in FIGURE 4, a line segment 39 between the ends 38 of arcuate portion 36 lies outside the planar limits of first ball connector 40.

A width of channel 34 at its narrowest point should be at least equal to the distance which first ball connector 40 is expected to move along axis AA. This will depend upon several factors including the coefficients of thermal expansion of interposer 30, integrated circuit chip 10 and printed circuit board 50, and the environmental conditions under which the integrated circuit chip package/printed circuit board arrangement will operate. An example of the width of a channel is on the order of from 0.001 to 0.003 inches.

Channel 34 may be formed by any suitable technique including punching, etching, or laser drilling. Channel 34 is preferably formed by laser drilling. This method allows small cantilevers to be formed and is relatively inexpensive. According to this process, a laser is used to drill or cut the channel pattern into the interposer.

TI-22562 (032350.A348)

PATENT

13

Interposer 30 is preferably formed from a suitable material which may form an appropriate intermediate layer to make the ball connections between the integrated circuit chip 10 and the printed circuit board 50.

5 Preferably, the material used to form interposer 30 is a film such as a polyimide tape. However, other materials such as thermal plastics may be used.

According to a second embodiment of the present invention, the cantilever structure described above may
10 be used with integrated circuit chip package/printed circuit board arrangements other than the flip-chip type of arrangement shown in FIGURE 2. For example, as shown in FIGURE 7, the cantilever approach may be used with a wire bonded arrangement. Integrated circuit chip 110 is
15 adhered to interposer 130 by means of an adhesive 160. It is important that when the integrated circuit chip is attached to the interposer, the cantilevered section is not inadvertently adhered to the integrated circuit chip package. In the case of a polyimide tape (e.g., KaptonTM
20 tape), this can be prevented by selectively depositing adhesive everywhere except on the cantilevered section. In the case of some thermal plastics (e.g., AurumTM), a metal heating plate can be used to apply pressure and temperature only to regions of the tape where good
25 adhesion is required.

Integrated circuit chip 110 is wire bonded to interposer 130 by at least one wire bond 170. Wire bond 170 connects a bond pad (not shown) of integrated circuit chip package 110 with a metal strip 131 of interposer
30 130. Ball connector 140 is connected to metal strip 131 by way of a via 132 formed in interposer 130. Ball connector 140 is also connected to a printed circuit board 150 to complete an electrical pathway from integrated circuit chip 110 to printed circuit board 150.

TI-22562 (032350.A348)

PATENT

14

A cantilever 133 is provided as discussed above to allow back-and-forth movement of ball connector 140.

According to a third embodiment of the present invention, a method is provided for manufacturing an electronic device. An integrated circuit chip is provided. The chip can be of any type, known or unknown, which is adapted for connection to an interposer or a printed circuit board by way of one or more ball connectors. An interposer is provided. A printed circuit board is provided. A cantilever is formed in the interposer. This is accomplished by forming a channel in the interposer. The channel can be formed by any suitable method including, but not limited to, laser drilling, etching or punching. A first ball connector is coupled to the cantilever and to the printed circuit board. The interposer is connected to the integrated circuit chip package by either a second ball connector or a wire bond. Several of the first ball connections may be provided in any suitable or desired arrangement.

According to another aspect of the present invention, outrigger balls may be incorporated into the package/board arrangement to ensure thermal performance and stability of the arrangement. The outrigger balls are not cantilevered and therefore would suffer fatigue damage with thermal expansion cycling. However, since the outrigger balls are not electrically active, electrical failure does not result from damage to the outrigger balls by stress from differences in thermal expansion as described above.

Although the present invention and its advantages have been described in detail, it should be understood that various changes, substitutions, and alterations can be made therein without departing from the spirit and scope of the invention as defined by the appended claims.

TI-22562 (032350.A348)

15

WHAT IS CLAIMED IS:

1. An electronic device, comprising:
an integrated circuit chip;
an interposer electrically connected to the
5 integrated circuit chip, the interposer having a
cantilever formed therein;
a first ball connector disposed on the
cantilever; and
a printed circuit board electrically connected
10 to the interposer, the first ball connector disposed
between the printed circuit board and the integrated
circuit chip.
2. The electronic device of Claim 1, the
15 interposer electrically connected to the printed circuit
board by the first ball connector, the first ball
connector disposed between the interposer and the printed
circuit board.
- 20 3. The electronic device of Claim 1, wherein the
interposer defines a plane, the first ball connector
being movable within the plane.
4. The electronic device of Claim 1, the
25 cantilever defined by a channel formed in the interposer.
5. The electronic device of Claim 4, wherein the
channel extends completely through a thickness of the
interposer.
- 30 6. The electronic device of Claim 4, wherein the
channel extends only partially through a thickness of the
interposer.

TI-22562 (032350.A348)

PATENT

16

7. The electronic device of Claim 4, the channel including an arcuate portion partially surrounding the first ball connector, and first and second slot portions extending from first and second ends of the arcuate portion, respectively.

8. The electronic device of Claim 7, wherein the arcuate section of the channel extends at least 180 degrees around the first ball connector.

9. The electronic device of Claim 7, wherein the arcuate section of the channel extends about 270 degrees around the first ball connector.

10. The electronic device of Claim 1, wherein the cantilever comprises a tip portion and an arm portion, the first ball connector being connected to the tip portion.

11. The electronic device of Claim 10, the interposer connected to the printed circuit board by the first ball connector, the arm portion being adapted to absorb stress caused by movement of the first ball connector in response to a difference between a thermal expansion of the printed circuit board and a thermal expansion of the integrated circuit chip.

12. The electronic device of Claim 1, the channel having a beginning point and an ending point, a line segment between the beginning point and ending point being located beyond the planar limits of the first ball connector.

TI-22562 (032350.A348) .

PATENT

17

13. The electronic device of Claim 1, the
interposer electrically connected to the printed circuit
board by the first ball connector, the interposer
electrically connected to the integrated circuit chip by
5 a second ball connector.

14. The electronic device of Claim 1, the
interposer electrically connected to the printed circuit
board by the first ball connector, the interposer
10 electrically connected to the integrated circuit chip by
a wire bond.

TI-22562 (032350.A348) -

PATENT

18

15. An interposer adapted for electrical connection to a printed circuit board by a ball connector, the interposer comprising a substrate having a cantilever formed therein for receiving a ball connector thereon.

5

16. The interposer of Claim 15, wherein the cantilever is defined by a channel formed in the substrate.

10

17. The interposer of Claim 15, wherein the channel includes an arcuate portion defining a tip portion of the cantilever, the tip portion adapted for receiving the ball connector thereon, the channel further including first and second slot portions extending from first and second ends of the arcuate portion, respectively.

15

TI-22562 (032350.A348) -

PATENT

19

18. A method of manufacturing an electronic device,
comprising the steps of:

providing an interposer;
forming a cantilever in the interposer;
providing a printed circuit board;
coupling a ball connector to the cantilever;

and

coupling the ball connector to the printed
circuit board.

19. The method of Claim 18, further comprising the
steps of providing an integrated circuit chip, and
electrically connecting the integrated circuit chip to
the interposer.

20. The method of Claim 18, wherein the cantilever
forming step comprises forming a channel in the
interposer.

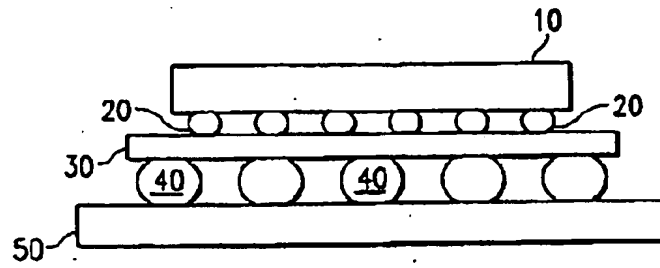


FIG. 1

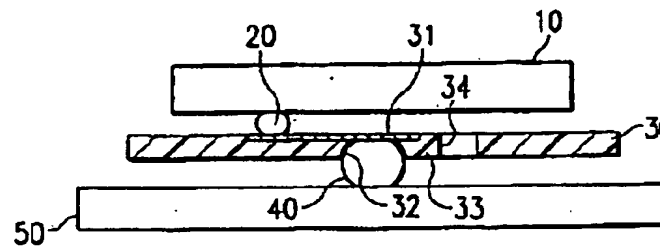


FIG. 2

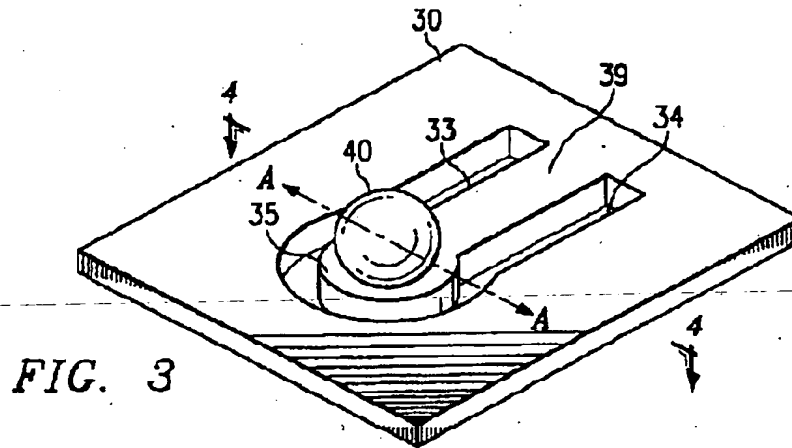


FIG. 3

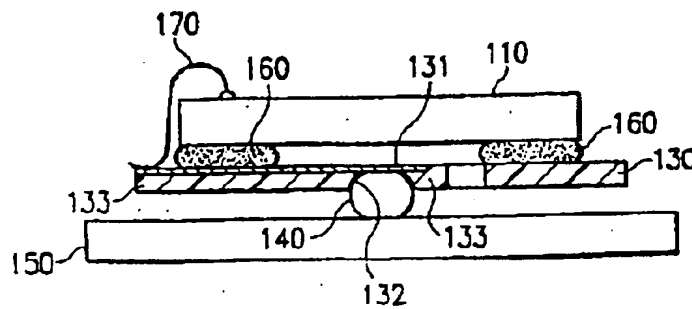


FIG. 7

FIG. 4

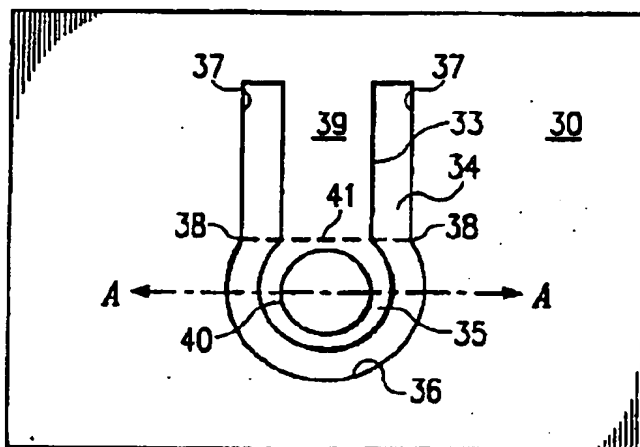


FIG. 5

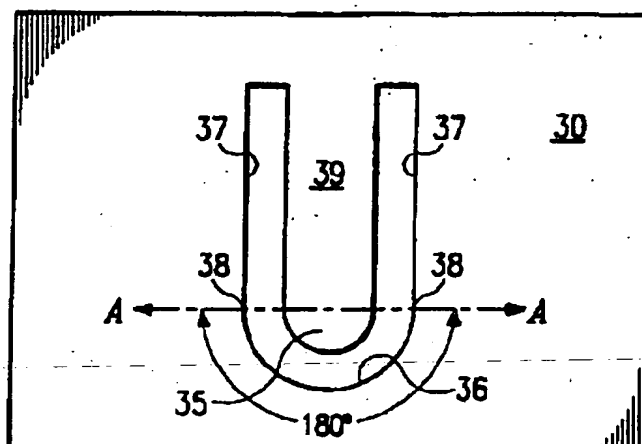
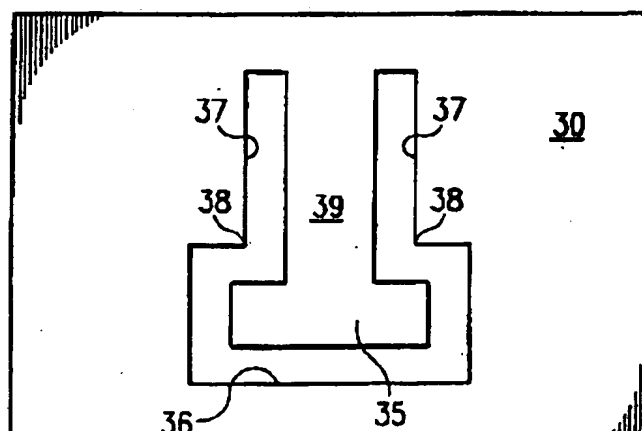


FIG. 6



CANTILEVERED BALL CONNECTION FOR
INTEGRATED CIRCUIT CHIP PACKAGE

1 Abstract

ABSTRACT OF THE DISCLOSURE

An electronic device includes an integrated circuit chip, an interposer and a printed circuit board. A first ball connector is used to connect the interposer to
5 printed circuit board. The interposer may be connected to the integrated circuit chip by a second ball connector or a wire bond. The first ball connector is disposed on a cantilever structure formed in the interposer. The
10 cantilever is formed by creating a channel in the interposer. The cantilever absorbs stress caused by a difference between the thermal expansion of the integrated circuit chip as compared to the printed circuit board. The cantilever thus reduces stress in the
15 ball connector by allowing the ball connector to move within a plane defined by the interposer.

2 Representative Drawing

Fig 2